भूकंप

वैज्ञानिक इस बात को अब भी भली–भांति नहीं समझ सके हैं कि पृथ्वी से संबंधित समस्त विज्ञानों को हमारे ग्रह के शुरुआती दिनों की अवस्था को अनावृत करने के लिए प्रमाण उपलब्ध कराने चाहिए, और पदार्थ–संबंधी सत्य को इन समस्त प्रमाणों की छानबीन करके ही जाना जा सकता है.....। हम यहां सत्य का निर्धारण पृथ्वी–संबंधी समस्त विज्ञानों को खंगाल कर ही कर सकते हैं। कहने का आशय है कि हमें ऐसा चित्र ढूंढ़ना है, जिसमें समस्त ज्ञात तथ्य सर्वश्रेष्ठ ढंग से व्यवस्थित हों, और वह संभाव्यता की अधिकतम सीमा को अभिव्यक्त करती हो। इसके अलावा, हमें स्वयं को इस संभावना के लिए भी हमेशा तैयार रहना चाहिए कि हर नई खोज, भले ही उसका परिणाम जो भी हो, हमारे पूर्व निष्कर्षों को बदल सकती है।

'ओरिजिन्स ऑफ कांटिनेंट्स एंड ओशन्स' में
अल्फ्रेड लोथर वेज्नर (सन् 1929)

''हम भूकंपों का आना रोक नहीं सकते, लेकिन आपदा के स्वरूप को पहचान कर, अधिक सुरक्षित इमारतें बना कर, और लोगों को भूकंप से सुरक्षा – संबंधी प्रशिक्षण देकर इस विभीषिका के प्रभाव को कम जरूर कर सकते हैं।''

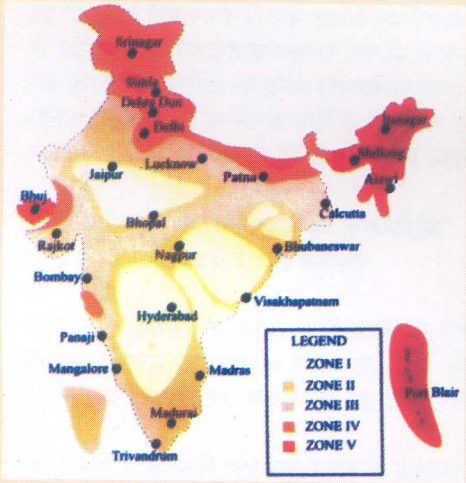
''भूकंप मनुष्य के प्रभाव और नियंत्रण से बाहर चल रही विश्वव्यापी विवर्तनिक प्रक्रिया के अंग हैं।''

भूकंप प्राकृतिक आपदा का सर्वाधिक विनाशकारी रूप माना जाता है। इसके कारण व्यापक तबाही, और मानव जीवन की भारी क्षति होती है। लोग भारी संख्या में हताहत होते हैं। आमतौर पर इसका प्रभाव अत्यंत व्यापक क्षेत्र में महसूस किया जाता है। लेकिन इनका परिणाम कितना भी भयावह क्यों न होता हो, साथ ही यह भी सत्य है कि इनके आने की संभावना कम होती है। इसलिए भूकंप आने के बाद उसके प्रभावों का सामना करने की कार्रवाई बिना किसी पूर्व तैयारी के की जाती है। भूकंप इतनी तेज और आकस्मिक गति से तबाही मचाता है कि लोगों को बचाव का अवसर ही नहीं मिल पाता। पिछले 20 वर्षों (सन् 1980–2000) में पृथ्वी के आवासीय क्षेत्रों में 26 भयंकर भूकंप आ चुके हैं। उनमें लगभग डेढ़ लाख लोगों की मौत हो चुकी है।

हाल के वर्षों में भारत में सबसे विनाशकारी भूकंप गुजरात में आया था। 26 जनवरी 2001 को जब राष्ट्रपति राजधानी नई दिल्ली में 52वें गणतंत्र दिवस पर सलामी ले रहे थे, तभी वहां से दूर गुजरात में 23.40 अक्षांश और 70.32 देशांतर तथा भूतल में 23.6 किमी. की गहराई पर भूकंप का एक तेज झटका आया। उसने राष्ट्र की उल्लासमय मनः स्थिति को राष्ट्रीय अवसाद में बदल दिया। 15 अगस्त, 1950 को असम में आए भूकंप के बाद भारत में आया यह सबसे तेज भूकंप था। उत्तरी असम में आए 8.5 परिमाण वाले उस भूकंप ने 11,538 लोगों की जान ले

ली थी। सन् 1897 में शिलांग के पठार में आए एक अन्य भूकंप का परिमाण 8.7 था। ये दोनों भूकंप इतने तेज थे कि नदियों ने अपने रास्ते बदल दिए। इतना ही नहीं, भूमि के उभार में स्थाई तौर पर परिवर्तन आ गया, और पत्थर ऊपर की ओर उठ गए।

भारतीय मौसम विभाग के अनुसार 26 जनवरी, 2001 को आए भूकंप का परिमाण रिचर स्केल पर 6.9 था, लेकिन भूगर्भ सर्वेक्षण विभाग ने इसका परिमाण 7.9 बताया। भूकंप आने के बाद भी दस घंटों के भीतर 5–6 परिमाण वाले कम से कम 83 झटके लगे। पाकिस्तान की सीमा के पास भूकंप ने राजधानी नई दिल्ली की ऊंची इमारतों को भी हिला कर रख दिया। उसका असर नेपाल और बंगलादेश में भी महसूस किया गया। भूकंप का अधिकेंद्र भुज था। यह गुजरात का लगभग डेढ़ लाख की आबादी वाला रेतीला शहर है। कुछ विशेषज्ञों ने इस भूकंप की तुलना 60 मेगा टन क्षमता के हाइड्रोजन बम के विस्फोट से की है। इस भूकंप से प्रभावित क्षेत्र को समुचित ढंग से पुनर्वासित करने में शायद सालों लग जाएंगे।



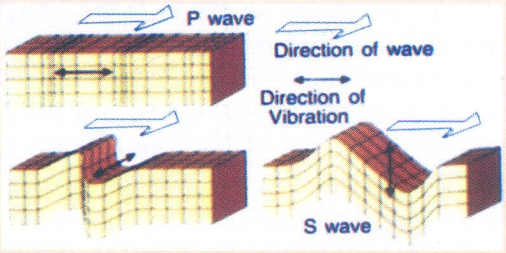
भारत के भूकंप क्षेत्रों का मानचित्र (आई एस. 1983–1984) अर्थक्वेक्स इन इंडिया, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार 1999 से लेकर पुर्नमुद्रित, मूल स्रोत : भारतीय मौसम विभाग, नई दिल्ली

धरती को इस तरह हिलाकर रख देने वाले भूकंप से कोई अप्रभावित कैसे रह सकता है? लेकिन हम हर बार जब किसी भूकंप का सामना करते हैं, तो हमारे मन–मस्तिष्क में कमोबेश एक जैसे सवाल उमड़ने लगते है। भूकंप क्यों आते हैं? क्या भूकंप की भविष्यवाणी की जा सकती है? ये पृथ्वी तल पर कुछ क्षेत्रों तक ही क्यों सीमित रह जाते हैं? इनकी तीव्रता में परिवर्तन क्यों होता है? क्या इमारतों का गिरना रोका जा सकता है? पिछला भूकंप कब आया था? अगला भूकंप कब और कहां आएगा? किसी भूकंप के केंद्र, अथवा अधिकेंद्र से हमारा क्या आशय है? इनसे होने वाली क्षति को सीमित कैसे किया जा सकता है?

अपने भयानक विनाशकारी प्रभावों के कारण भूकंप आख्यानों और मिथकों का विषय रहा है। अतीत में विभिन्न समयों में विभिन्न संस्कृतियों ने पृथ्वी के कांपने की व्याख्या करने के लिए आख्यानों का सहारा लिया। हालांकि वैज्ञानिक भूकंप की पूरी प्रक्रिया को अब भी नहीं समझ सके हैं, पर उन्होंने विश्व–स्तर पर भूकंप की स्थानिक और कालिक आवृत्तियों के स्वरूपों की व्याख्या करने की एक पद्धति विकसित कर ली है।

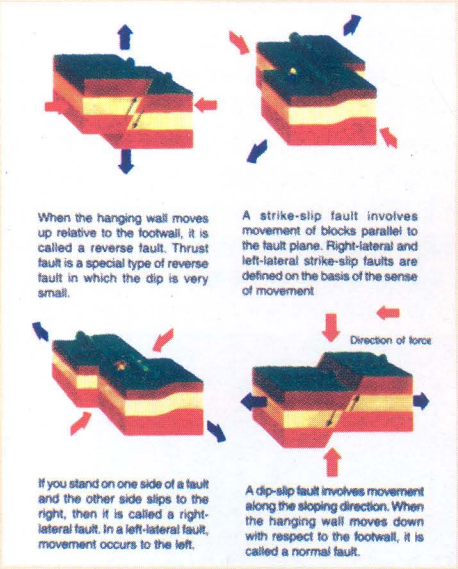
किसी भी भूकंप की व्याख्या इस ढंग से की जा सकती है कि पृथ्वी की पपड़ी में (पृथ्वी का कठोर और चट्टानी हिस्सा) उत्पन्न तनाव के आकस्मिक मुक्त होने से पृथ्वी

की सतह हिलने लगती है। संभव है कि इसके कारण हल्का सा कंपन ही उत्पन्न हो, पर इसकी वजह से पृथ्वी में व्यापक स्तर पर ऐसी उथल–पुथल भी हो सकती है, जो बड़े भूभाग में व्यापक तबाही का कारण बन जाए। जिस बिंदु पर भूकंप जन्म लेता है, उसे भूकंपीय केंद्र बिन्दु (सीस्मिक फोकस) कहते हैं, और उसके ठीक ऊपर पृथ्वी की सतह पर स्थित बिंदु को अधिकेंद्र अथवा अंतः केन्द्र कहते हैं। अधिकेंद्र की स्थिति को अक्षांश और देशांतर की सहायता से व्यक्त किया जाता है।



पृथ्वी में भूकंपीय तरंगों का फैलाव (अर्थक्वेक्स इन इंडिया) मूल स्रोत : बोल्ड बी (1993) अर्थक्वेक्स, डब्ल्यू. एच. फीमैन एंड कंपनी, न्यूयार्क

अधिकतर भूकंप भ्रंशों (पृथ्वी की पपड़ी में आई टूटन, या दरार) के समानांतर जन्म लेते हैं। पृथ्वी में इन भ्रंशों का समानांतर संचलन होता है। यदि इस संचलन की प्रकृति मुख्यतः लंबवत होती है और दोनों ओर की चट्टानें अलग हो जाती हैं, तो उसे समान्य भ्रंश कहते हैं, पर जहां एक किनारा, दूसरे किनारे पर चढ़ जाता है, उसे विलोम भ्रंश (रिवर्स फाल्ट) कहते हैं। जहां विलोम भ्रंश का कोण छोटा होता है, वहां उसे क्षेप (थ्रस्ट) कहते हैं। एक अन्य प्रकार का भ्रंश, पार्श्विक भ्रंश, या चीर भ्रंश होता है। इसमें भ्रंश के दोनों किनारों में एक–दूसरे के अगल–बगल सापेक्ष गति होती है। ये भ्रंश कुछ मिमी. से कई हजार किमी. तक लंबे हो सकते हैं। अधिकतर भ्रंशों के कारण भूगर्भीय कालक्रम के दौरान बार–बार विस्थापन होते हैं।



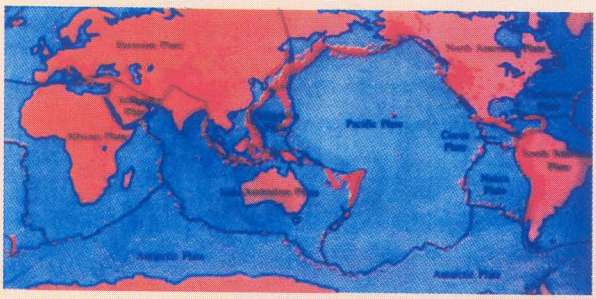
भ्रंशों के नमूने (अर्थक्वेक्स इन इंडिया से लेकर पुर्नमुद्रित) मूल स्रोत : अर्थक्वेक्स इन जापान (1996) साइंस एंड टेक्नोलॉजी एजेंसी इन जापान, टोकियो

भूकंप के कारण पृथ्वी के अंदर अथवा उसकी सतह पर फैलने वाले कंपन सृजित होते हैं। पृथ्वी में अथवा उसकी सतह पर सृजित होने वाले कंपनों की दो–दो श्रेणियां होती हैं। भूकंपीय तरंगों की भौतिकी वास्तव में जटिल है। प्राथमिक तरंगें अथवा पृथ्वी के अंदर उठने वाली लंबवत तरंगें

अग्रगामी और पश्चगामी कंपन उत्पन्न करती हैं। नतीजतन इन कंपनों की राह में आने वाले कण आलोड़ित हो जाते हैं। इन्हें 'पी' तरंग कहते हैं। इनकी गति सतह की चट्टानों में छह किमी. प्रति सेकंड और पृथ्वी के मर्म के निकट 10.4 किमी. प्रति सेकंड होती है। द्वितीयक तरंगें, या आड़ी (अनुप्रस्थ) तरंगें कणों को आगे–पीछे की ओर अपने फैलाव की दिशा से लंबवत धकेलती हैं। वे सतह की चट्टानों में 3.4 किमी. प्रति सेकंड, और पृथ्वी के मर्म के निकट 7.2 किमी. प्रति सेकंड की रफ्तार से आगे बढ़ती हैं। सतह पर चलने वाली तरंगों को रेले तरंगे, और लव तरंगें कहते हैं। रेले तरंगों को यह नाम लार्ड रेले (सन् 1842–1919) के नाम पर दिया गया है। उन्होंने ही इन तरंगों की प्रकृति की व्याख्या की थी। ये तरंगें ठोस और लचीली सतह में गतिशील होती हैं, और चट्टानों के कणों में दीर्घवृत्तीय गति उत्पन्न करती हैं। काफी दूर स्थित भूकंप–लेखी पर भी इनका गहरा प्रभाव दर्ज होता है। लव तरंगों का नामकरण लव आगस्टस एडवर्ड हंज के नाम पर हुआ था। ये चट्टानों के कणों को अपने फैलाव की दिशा से लंबवत विस्थापित करती हैं, और इनमें कोई लंबवत और अनुप्रस्थ अवयव नहीं होता है।

भूकंप आने पर इमारतों में सबसे पहले पी तरंगों के कारण कंपन होता है। उसके बाद एस तरंगों के प्रभाव को अनुभव किया जाता है। ये ढांचे के किनारों को स्पंदित करती हैं। चूंकि इमारतों को लंबवत कंपनों की अपेक्षा अनुप्रस्थ कंपन अधिक क्षतिग्रस्त करते हैं, अतः पी तरगें अत्यधिक घातक होती हैं। रेले तरंगों और लव तरंगों का असर सबसे अंत में महसूस किया जाता है। पी और एस तरंगों के कारण उच्च आवृत्ति के स्पंदन उत्पन्न होते हैं, जबकि रेले और लव तरंगों के कारण कम आवृत्ति के स्पंदन उत्पन्न होते हैं। पृथ्वी के अंदर अथवा उसकी सतह पर इन तरंगों के कारण उत्पन्न होने वाले कंपनों की प्रकृति जटिल तथा कठोर, मृदु, लंबी, छोटी अथवा लहरदार हो सकती है। इन भूकंपीय तरंगों की गति भिन्न–भिन्न श्रेणी की चट्टानों में अलग–अलग होती है।

प्लेटों के विवर्तनिक सिद्धांत के अनुसार पृथ्वी की बाहरी पर्त, यानी उसकी पपड़ी की बनावट बड़ी और छोटी कठोर प्लेटों से बनी आरी जैसी होती है। इन प्लेटों की मोटाई सैकड़ों किमी. तक हो सकती है। ये एक–दूसरे के सापेक्ष गति करती हैं। ऐसा संभवतः पृथ्वी की ऊपरी खोल के अंदर गतिशील संवहन तरंगों के प्रभाव के कारण होता है। संपूर्ण भू–मंडल की प्रमुख भूकंपीय प्लेटें ये हैं – एंटार्कटिक प्लेट, यूरेशियन



प्रमुख टेक्टानिक प्लेटों की सीमाएं और भूकंपों का वितरण (अर्थक्वेक्स इन इंडिया से लेकन पुर्नमुद्रित) मूल स्रोत : जड्सन एस.आर. रिचर्डसन, एस.एम. सन् 1995 अर्घ : ऐन इंटरोडक्शन टू जीओलॉजिक चेंज प्रौटिक हाल

प्लेट, आस्ट्रेलियन प्लेट, फिलिपीन प्लेट, जुआन डे फुका प्लेट, नार्थ अमरीकन प्लेट, कोकोस प्लेट, पैसिफिक प्लेट, कैरेबियन प्लेट, नस्का प्लेट, साउथ अमरीकन प्लेट, स्काटिया प्लेट, अरेबियन प्लेट, अफ्रीकन प्लेट और इंडियन प्लेट। आमतौर पर बड़े मैदान इन प्लेटों के किनारों पर स्थित होते हैं। इन स्थानों पर प्लेटें एक–दूसरे से टकरा रही होती हैं, अथवा अलग हो रही होती हैं। इन प्लेटों की गति काफी धीमी होती है, और कभी–कभी ये एक–दूसरे पर सरक जाती हैं। लेकिन यदा–कदा ऐसा भी होता है कि इनके किनारे एक–दूसरे से फंस जाते हैं, और इस कारण दबाव सृजित होता है। नतीजतन प्लेटें एक–दूसरे को झटका देते हुए खिसकती हैं। इस प्रक्रिया में पृथ्वी की पपड़ी फट जाती है, परिणामस्वरूप एक बड़ी विकृति जन्म लेती है। किसी क्षेत्र में एक बार विकृति उत्पन्न हो जाने के बाद वह भूकंपीय दृष्टि से कमजोर हो जाता है। भूकंप, जो वस्तुतः पृथ्वी के अंदर संचित तनाव को बाहर निकालने के माध्यम हैं, सामान्यतः इन विकृतियों के दायरे में ही सीमित रहते हैं। जब पृथ्वी के अंदर का तनाव मौजूदा विकृतियों से दूर स्थित किसी अन्य स्थान पर निस्तारित होता है, तो नई विकृतियों का सृजन होता है

महाद्वीपीय अपसरण (ड्रिफ्ट) का सिद्धांत सबसे पहले जर्मन भू–भौतिकी विज्ञानी अल्फ्रेड लूथर वेज्नर (सन् 1880–1930) ने सन् 1915 में प्रतिपादित किया था। प्लेटों का विवर्तनिक सिद्धांत सर्वप्रथम कनाडा के भू–भौतिकी वैज्ञानिक जॉन, टज़ो विल्सन (सन् 1908–93) ने सन् 1965 में प्रस्तुत किया था, और उसे भू–वैज्ञानिकों के बीच व्यापक स्वीकृति भी मिली।

आज हम देखते हैं कि महाद्वीपों को समुद्रों ने अलग कर रखा है। लेकिन कभी ऐसा भी समय था (लगभग साढ़े बाइस करोड़ साल पहले) जब केवल एक महाद्वीप था, जिसे पैनेजीया कहा जाता है। पृथ्वी का शेष हिस्सा समुद्र से आच्छादित था। उसके बाद लगभग बीस करोड़ वर्ष पूर्व पैनेजीया दो बड़े महाद्वीपों में विभक्त हो गया। इनमें से एक को लौरेसिया कहा जाता है। इसमें आज के उत्तरी अमरीका और यूरेशिया शामिल थे। दूसरे को गोंडवानालैंड कहते हैं। इसमें आज के भारत, आस्ट्रेलिया, अफ्रीका, दक्षिणी अमरीका और अंटार्कटिका शामिल थे। एक बार अलग होने के बाद ये दोनों प्रमुख महाद्वीप पृथ्वी की सतह पर अलग–अलग दिशाओं में अग्रसर होने लगे। फिर ये दोनों महाद्वीप भी अनेक छोटे भू–खंडों में विभक्त हो गए, जो विभिन्न दिशाओं में अग्रसर हो गए। भारतीय प्लेट, या भारतीय भूखंड सदी में एक मीटर की रफ्तार से करोड़ों साल तक यात्रा करता रहा। लगभग चार–पांच करोड़ वर्ष पूर्व वह एशियाई, अथवा यूरेशियाई प्लेट से जा टकराया। इसी टकराव के परिणामस्वरूप हिमालय की उत्पति हुई।

वैसे भूकंप किसी स्थान पर, और कहीं भी आ सकते हैं, पर इसका इतिहास बताता है कि अन्य स्थानों की तुलना में पृथ्वी के तीन विशाल क्षेत्र भूकंप की दृष्टि से अधिक संवेदनशील रहे हैं। पहले क्षेत्र को प्रशांत–चक्रीय भूकंप पट्टी (सर्कम पैसिफिक सीस्मिक बेल्ट) कहते हैं। यह क्षेत्र पूरे संसार में भूकंप के प्रति सर्वाधिक संवेदनशील है, और संसार के 81 प्रतिशत भूकंप यहीं आते हैं। प्रशांत महासागर के किनारे पर पाई जाने वाली यह पट्टी चिली से उत्तर की ओर आगे बढ़ कर दक्षिण अमरीका के समुद्री किनारे से होते हुए मध्य अमरीका, मैक्सिको और अमरीका के पश्चिमी किनारे तक पहुंचती है। वहां से और आगे बढ़कर यह एलेयूटियन द्वीप समूह से जापान, फिलीपीन

द्वीप समूह न्यू गिनी, दक्षिण–पश्चिम प्रशांत महासागर स्थित द्वीप समूह और न्यूजीलैंड तक जाती है। भूकंप के प्रति अति संवेदनशीलन दूसरी पट्टी को अल्पाइड कहते हैं। संसार के 17 प्रतिशत भूकंप इस क्षेत्र में आते हैं। यह पट्टी जावा से होती हुई सुमात्रा, हिमालय, भूमध्य सागर, और अटलांटिक क्षेत्र तक जाती है। तीसरी महत्वपूर्ण पट्टी के अंतर्गत मध्य अटलांटिक सागर के अंदर स्थित पहाड़ियां आती हैं।

भारतीय पट्टी में भ्रंश तब पैदा होते हैं, जब यह यूरेशियाई पट्टी से घर्षण करती है। 26 जनवरी 2001 को आए भूकंप का अधिकेंद्र 'अल्लाबंद' नाम के भ्रंश पर आधारित था। इस पर पहले भी बड़े भूकंप आ चुके हैं। रिचर स्केल पर सन् 1908 में आए भूकंप की तीव्रता 8 थी, और यह भुज से 20 किमी. उत्तर में स्थित था। वैसे अल्लाबंद भ्रंश एक लघु भ्रंश है, लेकिन यहां भूकंपों के आने का इतिहास रहा है। सन् 1956 से अब तक इस क्षेत्र में विभिन्न तीव्रता वाले 65 भूकंप दर्ज किए जा चुके हैं।

भारत का एक बड़ा हिस्सा अधिकतम तीव्रता और व्यापक क्षेत्र वाले भूकंपों की आशंका के दायरे में आता है। इस देश में भूकंप भारतीय प्लेट और यूरेशियन प्लेट के बीच घर्षण की वजह से आते हैं। सर्वाधिक तीव्रता वाले भूकंप भारतीय प्लेट की उत्तरी, पूर्वी और पश्चिमी सीमा पर आते हैं। भारत में भूकंपों के कारण आई आपदा का निरीक्षण करने का दायित्व भारतीय मौसम विभाग (आई.एम.डी.), और भारतीय भू–वैज्ञानिक सर्वेक्षण (जी.एस.आई.) विभाग पर है। आई.एम.डी. भूकंपों का पता लगाने, उनकी संभावना वाले स्थानों को चिन्हित करने, और देश के विभिन्न हिस्सों में भूकंपों की संभाव्यता का आकलन करने वाली राष्ट्रीय एजेंसी है। आई.एम.डी. ने पहली भूकंप–प्रेक्षणशाला सन् 1898 में कोलकाता (तत्कालीन कलकत्ता) में स्थापित की थी। आज उसकी प्रेक्षणशालाएं पूरे भारत में हैं। निरीक्षण की दृष्टि से देश को पांच भूकंप–क्षेत्रों में विभाजित किया गया है। पांचवीं श्रेणी के क्षेत्रों से लेकर पहली श्रेणी के क्षेत्रों तक भूकंप आने की आशंका क्रमशः घटती जाती है। पहली श्रेणी के क्षेत्र भूकंप की आशंका से मुक्त हैं, दूसरी श्रेणी के क्षेत्रों में उनके आने की बहुत कम आशंका, तीसरी श्रेणी के क्षेत्रों में कम आशंका, चौथी श्रेणी के क्षेत्रों में अधिक आशंका और पांचवीं श्रेणी के क्षेत्रों में अत्यधिक आशंका होती है। भारतीय मौसम विभाग द्वारा तैयार किए गए कैटेलाग में देश में आ चुके 1200 भूकंपों का ब्यौरा दर्ज है।

बीसवीं सदी में भारत में आए प्रमुख भूकंपों की तालिका आगे दी गई है। उनकी तीव्रता कोष्ठक में अंकित है।

4 अप्रैल, 1905	हिमाचल प्रदेश के कांगड़ा नामक स्थान पर (8.0)। इसमें हजारों लोग मारे गए।
15 जनवरी, 1934	भारत–नेपाल सीमा पर (8.3)। इसमें काठमांडू, पटना और दरभंगा में भारी तबाही हुई।
26 जून, 1941	अंडमान द्वीप समूह में (8.1)।
15 अगस्त, 1950	असम में (8.5)।
19 जनवरी, 1975	हिमालय पर्वत के किन्नौर और लाहौल स्पीति क्षेत्र में (6.2)।
21 अगस्त, 1988	बिहार–नेपाल सीमा पर (6.5)। इसमें 900 लोग मारे गए।

20 अक्टूबर, 1991	उत्तरकाशी में (6.61)। इसमें 1600 से अधिक लोग मारे गए।
30 सितंबर 1993	महाराष्ट्र के लातूर में (6.3) इसमें 10 हजार से अधिक लोग मारे गए थे।
22 मई, 1997	मध्य प्रदेश का जबलपुर क्षेत्र (6.0)। इसमें 40 लोग मारे गए।
29 मई, 1999	उत्तरांचल का चमौली क्षेत्र (तत्कालीन उत्तर प्रदेश)। इस भूकंप की तीव्रता 6.8 थी, और इसके कारण भारी तबाही हुई।

किसी बड़े भूकंप के पहले, अथवा बाद में विभिन्न तीव्रता वाले कंपन उत्पन्न होते हैं। इस परिघटना को व्याख्यायित करने के लिए भूकंप–वैज्ञानिक तीन शब्दों – पूर्ववर्ती आघात (फोरशाक), मुख्य आघात (मेनशाक), और पश्चवर्ती आघात (आफटर शाक)का प्रयोग करते हैं। भूकंप समूह के सबसे बड़े भूकंप को ही मुख्य आघात कहते हैं। इससे पहले के कंपनों को पूर्ववर्ती आघात,और उसके बाद के कंपनों को पश्चवर्ती आघात कहते हैं।

भारत में आए कुछ महत्वपूर्ण भूकंपों की स्थानवार सूची

तिथि	अधिकेंद्र	परिणाम
1819 जून 16	कच्छ, गुजरात	8.0
1869 जून 10	कचार, असम	7.5
1885 मई 30	सोपोर, जम्मू एवं कश्मीर	7.0
1897 जून 12	शिलांग, प्लेटो	8.7
1905 अप्रैल 4	कांगड़ा, हिमाचल प्रदेश	8.0
1918 जुलाई 8	असम	7.6
1930 जुलाई 2	ढुब्री असम	7.1
1934 जनवरी 15	बिहार, नेपाल सीमा	8.3
1941 जनवरी 26	अंडमान द्वीप	8.1
1943 जून 23	असम	7.2
1950 अक्टूबर 15	अरुणाचल प्रदेश, चीन सीमा	8.5
1958 अगस्त 21	अंजार, गुजरात	7.0
1957 जुलाई 10	कोयना महाराष्ट्र	6.5
1975 दिसम्बर 19	किन्नौर, हिमाचल प्रदेश	6.2
1988 अगस्त 6	मणिपुर – म्यांमार सीमा	6.6
1988 अगस्त 21	बिहार – नेपाल सीमा	6.4
1991 अक्टूबर 20	उत्तरकाशी	6.6
1993 सितम्बर 30	लातूर – उस्मानाबाद (महाराष्ट्र)	6.3
1997 मई 22	जवलपुर म.प्र.	6.0
1999 मार्च 29	चमोली, उत्तर प्रदेश	6.8
2001 जनवरी 26	भुज	7.8

अमरीका, जापान और कनाडा के कुछ स्थानों पर गहरे कुओं में अपशिष्ट तरल पदार्थों को डालने, तेल के कुओं से दुबारा तेल प्राप्त करने एवं जल आपूर्ति के लिए जलाशयों का उपयोग करने जैसी मानव–संचालित गतिविधियों के कारण भी भूकंप आने के प्रमाण मिले हैं। भूकंप लाने का कारण बनी सर्वाधिक ज्ञात मानवीय गतिविधि डेनवेर, कोलरेडो के पास स्थित राकी माउंटेन आर्सेनाल (राकी पर्वत शस्त्रागार) पर तरल पदार्थों को गहरे कुओं में प्रवेश कराए जाने की है। यह घटना सन् 1967 की है। उसके कारण आए भूकंप की तीव्रता 5.5 थी। उसके बाद भी छोटे–छोटे भूकंप आए।

संभव है कि भिन्न–भिन्न भूकंपों का परिमाण रिचर स्केल पर एक ही हो, पर अलग–अलग स्थानों पर उनके कारण मची तबाही के अनुपात में अंतर हो। किसी भूकंप के कारण हुई क्षति के एक से अधिक कारण हो सकते हैं। इसका एक कारण भूकंप के केंद्र–बिंदु की गहराई हो सकती है। कुछ भूकंप काफी गहराई में जन्म ले सकते हैं। ऐसे मामलों में पृथ्वी की सतह पर काफी कम तबाही होती है। 26 जनवरी, 2001 को आए भूकंप का केंद्र–बिंदु अपेक्षाकृत कम गहराई में (25किमी. से भी कम) स्थित था। मार्च 1999 में गढ़वाल में आए भूकंप का जन्म भी कम गहराई में हुआ था। भूकंपों का जन्म पृथ्वी की पपड़ी, अथवा उसकी ऊपरी खोल में होता है। यह पृथ्वी की सतह से आठ सौ किमी. की गहराई तक विस्तृत होती है। सतह तब फटती है, जब पृथ्वी की गहराई में किसी भ्रंश पर होने वाली हलचल सतह को भेद देती है।

भूकंप के दौरान एक हल्का सा झटका महसूस होता है। फिर कुछ पल तक शांति रहती है, और उसके बाद एक लहरदार, या झटकेदार कंपन महसूस होता, जो पहले लगे झटके से अधिक शक्तिशाली होता है। छोटे भूकंपों में धरती केवल कुछ सेकेंड तक कांपती है, पर बड़े भूकंपों में यह अवधि एक मिनट से भी अधिक हो सकती है। सन् 1964 में अलास्का में आए 9.2 तीव्रता वाले भूकंप के दौरान जमीन लगभग तीन मिनट तक हिलती रही। भूकंप के कारण जमीन के हिलने की अवधि कई कारणों पर , मसलन अधिकेन्द्र से दूरी, भूमि की स्थिति , और यदि कोई इमारत पर खड़ा हो, तो भवन की ऊंचाई, और उसके निर्माण में प्रयुक्त सामग्री की प्रकृति पर निर्भर होती है।

भूकंप के कारण होने वाली क्षति मुख्यत: इमारतों, अथवा अन्य निर्माणों के ध्वस्त होने के कारण होती है। उपयुक्त सुरक्षा उपायों को अपना कर यह क्षति काफी हद तक कम की जा सकती है। जब भी कोई भूकंप आता है, तो उससे सुरक्षा के मानकों को इमारतों के लिए बाध्यकारी बनाए जाने का मुद्दा उठता है। भूकंप–प्रतिरोधी भवनों के लिए ब्यूरो ऑफ इंडियन स्टैंडर्ड्स कोड आफ प्रैक्टिस (भारतीय मानक व्यवहार संहिता ब्यूरो) ने मानक एवं दिशा–निर्देश निर्धारित किए हैं। इनका निर्धारण सर्वप्रथम सन् 1962 और सन् 1967 में किया गया था। बाद में इन्हें संशोधित एवं विस्तारित कर और आधुनिक बनाया गया। लेकिन इस संहिता की प्रकृति केवल सुझावात्मक हैं। इसलिए इसका संतोषजनक ढंग से अनुपालन नहीं किया गया। वैसे कुछ सरकारी संगठन इसके अपवाद हैं। ऐसे कानूनों के दायरे में शहरी और ग्रामीण नियोजन अधिनियम में परिवर्तन, मास्टर प्लान के विकास से संबंधित नियम, स्थानीय निकायों के भवन–निर्माण–संबंधी उपनियमों में सुरक्षा आवश्यकताओं के समावेश एवं विकास प्राधिकरण को आवश्यक नियंत्रण का अधिकार प्रदान किए जाने से संबंधित मसलों को भी लाया जाना चाहिए।

विश्व भूकंप आवृत्ति

प्रकार	परिणाम	वार्षिक औसत
महत्तम	8 से अधिक	1
मुख्य	7–7.9	18
प्रभावशाली	6–6.9	18
मध्यम	5–5.9	800
हल्का	4–4.9	6,200 (अनुमानित)
लघु	3–3.9	49,000 (अनुमानित)
अतिलघु	<3.0	
परिमाण – 2–3 लगभग 1000 बार प्रतिदिन		
परिमाण – 1–2 लगभग 8000 बार प्रतिदिन		

यदि भूकंप आने के बाद राहतकार्य समय से हो, और उसमें कुशलता बरती जाए तो आपदा में हताहत होने वालों की संख्या में भी कमी लाई जा सकती है। इसके लिए क्रेनों, ब्लोटार्चों, सूंघ कर लोगों का पता लगाने वाले प्रशिक्षित कुत्तों, विस्फोट करने वाले उपकरणों, डाक्टरों, विशेषकर हड्डी के डाक्टरों, और रुधिर आपूर्ति की आवश्यकता होती है। आपदा के बाद की परिस्थितियों को प्रभावशाली ढंग से संभालने के लिए इन बातों पर विशेष बल देने की आवश्यकता है :

- व्यापक जन जागरण अभियान (विशेषकर ग्रामीण क्षेत्रों में)
- स्वयंसेवी संगठनों और निजी क्षेत्रों की अधिक भागीदारी
- कारगर संचार प्रणाली

हाल के अनुभवों से प्रभावित क्षेत्रों में हैम रेडियो की उपयोगिता सिद्ध हुई है क्योंकि आपदा प्रभावित क्षेत्र की सामान्य संचार प्रणाली अस्त–व्यस्त हो जाती है। हैम रेडियो को लोकप्रिय बनाने के प्रयास जारी हैं। इंटरनेट हमें समय गंवाए बिना विश्व के विभिन्न भागों में उपलब्ध सारी प्रासंगिक सूचनाएं उपलब्ध कराने में सहायक हो सकता है।

बड़े भूकंपों के कारण पृथ्वी की सतह पर भारी हलचल होती है। कभी–कभी इनके कारण समुद्र में विशाल लहरें उत्पन्न हो जाती हैं, जो किनारों पर स्थित चीजों को बहा ले जाती हैं। इस प्रकार की लहरें भूकंप के कारण सामान्य तौर पर होने वाले विनाश में और बढ़ोतरी कर देती हैं। अक्सर प्रशांत महासागर में आने वाले कई भूकंपों के कारण ऐसी लहरें उत्पन्न हो जाती हैं। इन विनाशकारी लहरों को भू–वैज्ञानिक 'सुनामी' कहते हैं। अक्सर लोग 'सुनामी' का अर्थ ज्वार समझ लेते हैं। लेकिन यह सूर्य अथवा चंद्रमा के ज्वारीय प्रभाव के कारण उत्पन्न नहीं होती हैं। ये लहरें मध्य समुद्र में तो अधिक ऊंची नहीं होतीं, लेकिन लहरों के दो शिखरों के बीच का विस्तार काफी लंबा, लगभग 60 मील तक हो सकता है। किनारे के समीप आने पर इनमें उफान आने लगता है। कभी–कभी इनकी ऊंचाई 76 सेमी. तक हो जाती है। किनारों पर टकराने वाली सुनामी लहरें भवनों को ध्वस्त कर देती हैं, और जहाजों और नावों को तटवर्ती भूमि पर दूर तक बहा ले जाती हैं। सुनामी लहरें ज्वालामुखी के विस्फोट के कारण भी जन्म लेती हैं। इनकी रफ्तार पानी की गहराई कम होने के साथ–साथ घटती जाती है। प्रशांत

महासागर के मध्य में, जहां पानी तीन मील तक गहरा हो जाता है, सुनामी 430 किमी. की रफ्तार से यात्रा कर सकती हैं। जमीन के हिलने से तो अधिकेंद्र के समीप के क्षेत्रों में ही बरबादी होती है, लेकिन सुनामी अपने उत्पन्न होने के स्थान के साथ ही, दूरस्थ स्थानों पर भी तबाही मचाती हैं।

भूकंपों की पुनरावृत्ति कोई असामान्य घटना नहीं है। लगभग हर 87 सेकंड में विश्व में कहीं न कहीं धरती हौले से कांपती है। इन झटकों को महसूस तो किया जाता है, पर ये इतने शक्तिशाली नहीं होते कि उनसे किसी प्रकार की क्षति हो सके। हर साल पृथ्वी पर औसतन ऐसे 800 भूकंप आते हैं, जिनका परिमाण रिचर स्केल पर 5.0 से 5.9 तक होता है, लेकिन इनसे किसी प्रकार की क्षति नहीं होती। इनके अलावा पृथ्वी पर प्रति वर्ष 18 बड़े भूकंप आते हैं। रिचर स्केल पर इनका परिमाण 7.0 से 7.9 तक होता है। और हर साल धरती पर एक प्रबल भूकंप आता है। रिचर स्केल पर इसका परिमाण 8.0 या उससे अधिक होता है। सौभाग्य से (जैसा कि वैज्ञानिक दावा करते हैं) इनमें से अधिकतर भूकंप निर्जन स्थानों में आते हैं।

लेकिन वैज्ञानिक दृष्टि से असामान्य भूकंप भी आते हैं। उदाहरण के तौर पर न्यू मैड्रिड में सात सप्ताह के अन्दर (16 दिसंबर, 1881, 7 फरवरी और 23 फरवरी 1882) एक के बाद एक तीन भूकंप आए। यह स्थान अमरीका में मिसौरी के निकट है। 22 जनवरी 1988 को टेनांट क्रीक (आस्ट्रेलिया) में 12 घंटे के अंदर 6 से अधिक परिमाण वाले तीन भूकंप आए।

किसी भूकंप की तीव्रता भूकंप–लेखी (सिस्मोग्राफ) में अंकित भू–तरंगों के आधार पर की जाती है। भूकंप–लेखी, भू––स्पंदन को अंकित करने वाला उपकरण है। आधुनिकतम भूकंप–लेखी की कार्यप्रणाली एक लटकाए गए पिंड के जड़त्व पर आधारित होती है, और इसके माध्यम से पृथ्वी पर स्थित किसी निश्चित बिंदु और वहां से पिंड के विस्थापन की दूरी को मापा जाता है। अन्य प्रकार के भूकंप–लेखी पृथ्वी पर स्थित दो बिंदुओं के टकराव की सापेक्षता को मापते हैं। किसी भूकंप की तीव्रता भूकंप–लेखी में दर्ज हुए अधिकतम संकेतों एवं भूकंप स्थल से उपकरण की दूरी के आधार पर निर्धारित की जाती है।

भूकंप–लेखी में पेंडुलम, अथवा स्प्रिंग से लटके पिंड के रूप में एक भूकंप–मापी होता है। इसकी सहायता से भूकंप–लेखी में जो रिकार्ड दर्ज होता है, उसे भूकंप अभिलेख कहते हैं। इसका उपयोग किसी भूकंप की स्थिति, अथवा तीव्रता की गणना करने के लिए किया जाता है। भूकंप–अभिलेख पर अनुप्रस्थ अक्ष समय को प्रदर्शित करता है। इसकी गणना सेकेंड में की जाती है। लंबवत अक्ष भू–विस्थापन दर्शाता है। इसे मीमी. में मापते हैं। किसी भूकंप–मापी की सहायता से भूकंप–अभिलेख तैयार

चीन के दार्शनिक चेंग हेंग द्वारा सन् 132 ई. में आविष्कृत भूकंप–दर्शी

किए जाने के कई तरीके हैं। मसलन किसी ड्रम के इर्द–गिर्द लिपटे हुए कागज पर किसी पेन की सहायता से लकीरें खींची जाती हैं अथवा घूमता हुआ कोई प्रकाशपुंज किसी घूमती हुई फोटोग्राफी फिल्म पर अपना प्रभाव चिन्हित कर सकता है, और विद्युत–चुंबकीय प्रणाली ऐसी विद्युत धारा उत्पन्न कर सकती है, जिसे इलेक्ट्रानिक प्रणाली से टेप पर अंकित किया जा सकता है। भूकंप–रहित स्थिति में भूकंप–अभिलेख एक सरल रेखा मात्र होता है। वैसे स्थानीय बाधाओं, शोर शराबे एवं समय चिन्हों के कारण इस रेखा के बीच–बीच में अत्यंत लघु आकार के परिसर्पण भी दिखते हैं। पहले भूकंपदर्शी का आविष्कार चीनी दार्शनिक चांग हेंग ने सन् 132 ई. में किया था। यह उपकरण वस्तुतः एक बड़ा था। यह एक आधार से जुड़ा रहता था। और इसके बाहर की ओर ड्रेगन के आठ सिर बने हुए थे, जो कुतुबनुमा की आठों मुख्य दिशाओं की ओर उन्मुख थे। ड्रेगन के प्रत्येक स्तर के नीचे मेंढक का एक बच्चा बना हुआ था। उनके खुले हुए मुंह ड्रेगन के सिरों की ओर उन्मुख थे। भूकंप आने पर उनमें से कोई एक अथवा कई ड्रेगन अपने मुंहों से एक–एक गेंद निकाल कर नीचे बैठे मेंढक के बच्चों के मुह में डाल देते थे। भूमि के हिलने की दिशा का निर्धारण इस बात से किया जाता था कि किस ड्रेगन के मुंह से गेंद निकली। यह ज्ञात नहीं है कि घड़े के अंदर क्या रहता था?

रिचर पैमाने का प्रयोग सर्वप्रथम सन् 1935 में किया गया था। इसका नामकरण कैलीफोर्निया इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नालॉजी के अमरीकी भौतिकविद् चार्ल्स एफ. रिचर के नाम पर किया गया था। रिचर ने यह स्केल सैंकड़ों भूकंपों के अध्ययन से ज्ञात प्रतिरूपों के आधार पर विकसित की थी। यह स्केल 'एक' से शुरू होती है, और इसका कोई अंतिम छोर नहीं निर्धारित किया गया है। वैसे अब तक ज्ञात सबसे प्रबल आघातों की तीव्रता 8.8 से 8.9 के बीच मापी गई है। चूंकि रिचर स्केल का लघु गणकीय (लागेर्थनीय) आधार होता है, अतः इसकी हर इकाई का मान उससे ठीक पहले की इकाई की तुलना में दस गुना अधिक होता है। रिचर स्केल भूकंप के प्रभाव को नहीं मापती। यह उसकी शक्ति का निर्धारण भूकंप के दौरान निर्मुक्त की गई, एवं भूकंपलेखी द्वारा मापी गई ऊर्जा के संदर्भ में करती है। अपने देश में सर्वाधिक तीव्र भूकंप 12 जून, 1997 को शिलांग प्लेट में आया था। रिचर स्केल पर उसकी तीव्रता 8.7 नापी गई थी। रिचर तीव्रता का प्रभाव केवल भूकंप के अधिकेंद्र के समीपवर्ती इलाकों में महसूस किया जाता है।

रिचर स्केल पर निर्धारित तीव्रता के आधार पर भूकंपों का वर्गीकरण

2.0 से कम	सामान्यतः महसूस नहीं किया जाता, लेकिन स्केल पर अंकित हो जाता है।
2.0–2.9	अनुभव किए जाने की संभावना रहती है।
3.0–3.9	कुछ लोग महसूस कर लेते हैं
4.0–4.9	अधिकतर लोग महसूस कर लेते हैं।
5.0–5.9	नुकसानदेह आघात
6.0–6.9	आवासीय क्षेत्रों में विनाशकारी प्रभाव
7.0–7.9	बड़े भूकंप, इनके कारण भारी क्षति होती है।
8.0 से अधिक	प्रबल भूकंप, में अधिकेंद्र के निकट भारी तबाही मचाते हैं

रिचर द्वारा विकसित की गई परिमाण नापने की पद्धति भूकंप की कुछ निश्चित आवृत्तियों एवं विस्तार क्षेत्रों के लिए ही उपयुक्त है। अतः पूरी दुनिया में फैले भूकंप–लेखी केंद्रों की बढ़ती संख्या का लाभ उठाने के लिए परिमाण नापने के नए पैमानों – मसलन कायिक तरंग–परिमाण पैमाना (बाडी वेव मैगनीट्यूड एम.बी.), तलीय–तरंग परिमाण पैमाना (सर्फेस वेव मैग्नीट्यूड – एम.एस.) और घूर्णी परिमाण पैमाना (मोमेंट मैग्नीट्यूड–एन. डब्लू.) विकसित किया गया। ये पैमाने मुख्यतः रिचर द्वारा विकसित की गई मूल अवधारणा पर ही आधारित थे। भूकंप के विस्तार का सर्वाधिक विश्वसनीय आकलन घूर्णी परिमाण पैमाने से किया जा सकता है। घूर्ण एक भौतिक परिमाण है। यह भ्रंश के सरकाव एवं सरके हुए भ्रंश क्षेत्र के गुणनफल का समानुपाती होता है। घूर्ण को भूकंप–लेखी और भू–गणितीय पैमानों से मापा जा सकता है। यह भूकंप के दौरान निर्मुक्त हुई संपूर्ण ऊर्जा से संबद्ध होता है। परिमाण नापने के अन्य पैमानों के विपरीत घूर्णी परिमाण पैमाने से भूकंप की शक्ति का ऐसा आकलन उपलब्ध होता है, जो उसके परिमाण के संपूर्ण विस्तार के लिए उपयुक्त होता है।

भूकंप–विज्ञानी रिचर स्केल पर सन् 1880 से पूर्व आए भूकंपों (अर्थात् आधुनिक भूकंप लेखियों के अस्तित्व में आने से पहले के भूकंप) की तीव्रता कैसे आंकते हैं? इसके लिए वे भूकंप के भौतिक प्रभावों, यथा भ्रंशों, भू–स्खलनों, बालू के टीलों, नदियों के जलमार्गों में परिवर्तन, और विवरण उपलब्ध होने की दशा में भूकंप के मानव समुदाय पर प्रभावों, जैसे – उसने कितना विनाश किया, और लोगों ने उसकी कितनी तीव्रता का अनुभव किया, का जायजा लेते हैं और उनसे प्राप्त निष्कर्षों की तुलना आधुनिक भूकंपों से करते हैं। ऐसी तुलनाओं के लिए कई तरह के अनुमानों का सहारा लेना पड़ता है। अतः अलग–अलग भू–वैज्ञानिकों के निष्कर्षों में भी काफी अंतर होता है। इसलिए कोई अचरज नहीं कि पृथ्वी पर पुराने समय में आए भूकंपों के परिमाण के विभिन्न आकलनों में भी काफी अंतर रहा है।

किसी भूकंप की शक्ति को व्यक्त करने के दो तरीके हैं – एक, परिमाण, दूसरा तीव्रता। रिचर स्केल पर किसी भूकंप का परिमाण मापा जाता है, अर्थात् वह भूकंप के दौरान पृथ्वी पर निर्मुक्त की गई ऊर्जा का आकलन होता है। भूकंप की तीव्रता उसके द्वारा किए गए विनाश के आधार पर आंकी जाती है। इसका आकलन भूकंप के प्रभावों के निरीक्षण पर आधारित होता है। तीव्रता मापने के लिए 12 श्रेणियों में बंटी मर्कली तीव्रता स्केल का प्रयोग व्यापक स्तर पर होता है। पहली श्रेणी के भूकंप का अनुभव केवल कुछ लोग ही करते हैं। मर्कली स्केल पर पांच तीव्रता वाला भूकंप फर्नीचरों को हिला कर रख देता है। कई लोग नींद से जग जाते हैं। इमारतों के प्लास्टर उखड़ जाते हैं और तश्तरियां तथा खिड़की के शीशे टूट जाते हैं। हल्की वस्तुएं उलट जाती हैं, तथा घड़ी के पेंडुलम रुक जाते हैं। लेकिन इस भूकंप से विशेष क्षति नहीं होती है। पर इस स्केल पर 12 तीव्रता वाला भूकंप मनुष्य के उपयोग में आने वाली समस्त वस्तुओं का विनाश कर देता है! इसके कारण नई झीलें बन जाती हैं, चट्टानों का भारी पैमाने पर स्खलन होता है, और पृथ्वी को प्रबल भूकंपीय आघात झेलने पड़ते हैं। नतीजतन जिस क्षेत्र में भूकंप आता है, वहां की स्थल–आकृति (टोपोग्राफी) ही बदल जाती है। मानव समाज के लिखित इतिहास का सर्वाधिक विनाशकारी भूकंप सन् 1556 में चीन के सांक्षी प्रांत में आया था। स्केल पर उसकी तीव्रता संभवतः नौ थी, और उसने तीन लाख लोगों की जान ली थी।

सन् 1880 में जॉन मिल्ने, जेम्स एविंग, और थामस ग्रे ने एक सुसम्बद्ध भूकंप–लेखी विकसित किया। उसे संसार भर में विभिन्न स्थानों पर स्थापित किया जा सकता था। इन उपकरणों से भूकंपों के भौगोलिक वर्गीकरण के संबंध में प्रारंभिक आंकड़े प्राप्त करने में काफी मदद मिली। उनकी सहायता से ही भूकंपीय प्लेटों की सीमाएं ज्ञात हो सकीं।

बीसवीं सदी के उत्तरार्ध में इन तीन घटनाक्रमों के कारण भूकंप–विज्ञान ने अत्यधिक प्रगति की –

- सदी के सातवें दशक में अमरीका सरकार ने 120 भूकंप केंद्रों का एक तंत्र स्थापित किया। इसकी स्थापना मुख्यतः नाभिकीय परीक्षणों का पता लगाने के लिए की गयी थी।
- प्लेट–विवर्तनिकी सिद्धांत के विकास से भूकंपों की आधारभूत गतिशीलता का खाका विकसित करने में सहायता मिली।
- कंप्यूटर टेकनालॉजी के विकास ने आंकड़ों की विशाल संख्या का विश्लेषण करना संभव बना दिया।

इन महत्वपूर्ण विकास क्रमों के बावजूद भूकंप–प्रक्रिया संबंधी हमारी समझ में कई कमियां हैं। यह स्थिति उन स्थानों के संबंध में भी है, जहां के बारे में पर्याप्त आंकड़े उपलब्ध हैं। वैसे भू–वैज्ञानिक अपनी अवधारणाओं को लगातार संशोधित कर रहे हैं, अब तक बड़े भूकंपों के बारे में दो बार सटीक भविष्यवाणियां की गईं हैं। पहली भविष्यवाणी सन् 1971 में न्यूयार्क में आए ब्लू माउंटेन लेक (झील) के भूकंप के बारे में की गई। उनके संबंध में एक भारतीय भूकंप–विज्ञानी ने सटीक भविष्यवाणी की थी। दूसरी भविष्यवाणी सन् 1975 के हेईचेंग–भूकंप के बारे में की गई थी। वह भविष्यवाणी एक चीनी भूकंप–विज्ञानी ने की थी। लेकिन पार्क फील्ड भूकंप के बारे में की गई भविष्यवाणी गलत साबित हुई। भूकंप की भविष्यवाणी करने की कोई स्थापित वैज्ञानिक पद्धति नहीं है। कुछ विशेषज्ञों का मानना है कि चूंकि भूकंप आने की प्रक्रिया में अनेक जटिल और अनिश्चित कारक शामिल रहते हैं, अतः समय, स्थान और परिमाण की संकीर्ण सीमाओं के दायरे में भूकंप की सटीक भविष्यावाणी कर पाना शायद कभी संभव न हो।

यह स्थिति इस तथ्य के बावजूद है कि भूकंप–क्षेत्रों में स्थानिक वर्गीकरण स्पष्ट तौर पर परिलक्षित होता है। अधिकांश भूकंप पृथ्वी की बाहरी खोल में स्थित भूकंपीय प्लेटों से संबद्ध सीमित क्षेत्रों में ही आते हैं। फिलहाल ऐसी सांख्यिकी तकनीक उपलब्ध है, जिनकी सहायता से सभी आवश्यक आंकड़े उपलब्ध होने पर भूकंप आने के समय और स्थान की भविष्यवाणी की जा सकती है, पर इन तरीकों पर आधारित भविष्यवाणी सटीक नहीं होती। उनमें अनिश्चितता का तत्व बना रहता है। भूकंप आने का स्थान किसी निश्चित बिंदु के दो सौ किमी. के दायरे में कहीं भी हो सकता है, और समय सीमा दस वर्ष भी हो सकती है। इसलिए यदि ऐसी भविष्यवाणियां सही साबित हो भी जाएं, तो आपदा का सामना करने की तैयारी की दृष्टि से ये निरर्थक हैं।

हालांकि भूकंपों का आना न तो रोका जा सकता है, और न ही उनकी सटीक भविष्यवाणी की जा सकती है, पर ऐसी इमारतें जरूर बनाई जा सकती है, जो भूकंप के समय धरती में होने वाली हलचल को सह सकें, और सुरक्षित रह सकें। वैसे इमारतों के भूकंप–रोधी प्रारूपों के निर्माण की कला अब वास्तवित अर्थों में अभियंत्रण के एक

बहुआयामी क्षेत्र के रूप में विकसित हो चुकी है। लेकिन अब भी सामान्य व्यक्ति इस संबंध में अनभिज्ञ सा है। अतः लोगों को भूकंप एवं उसके आने के बाद के प्रभावों के बारे में जागरूक बनाना आवश्यक है।

मर्कली की संशोधित भूकंप तीव्रता मापी स्केल

1. इसका अनुभव अत्यंत अनुकूल परिस्थितियों में कुछ लोग ही कर पाते हैं।
2. यह विश्राम कर रहे कुछ लोगों, विशेषकर इमारतों की ऊपरी मंजिलों में मौजूद लोगों को महसूस होता है। ढीले– ढाले ढंग से लटकाई गई वस्तुएं हिल सकती हैं।
3. यह घर के अंदर मौजूद लोगों, विशेषकर इमारतों की ऊपरी मंजिलों में मौजूद लोगों को महसूस होता है। अनेक लोग नहीं समझ पाते कि यह भूकंप है। खड़ी हुई कारें हल्के से हिल सकती हैं। वातावरण में ट्रक के गुजरने जैसा स्पंदन उत्पन्न होता है। इसकी अवधि का आकलन हो सकता है।
4. यह घर के अंदर मौजूद अनेक लोगों को अनुभव होता है। लेकिन दिन में घर के बाहर कम लोग ही इसका अनुभव कर पाते हैं। रात के समय कुछ लोग जग जाते हैं। तश्तरियां, खिड़कियां और दरवाजे खड़क उठते हैं। दीवारों के चटखने की आवाजें आने लगती है। ऐसा महसूस होता है, कि कोई भारी ट्रक इमारत से टकरा गई है। खड़ी हुई कारों में अत्यधिक कंपन दिखाई देता है।
5. यह लगभग सभी लोगों को महसूस होता है। कुछ तश्तरियां और खिड़कियां टूट जाती हैं। अस्थिर वस्तुएं उलट जाती हैं। पेंडुलम वाली घड़ियां रुक सकती हैं।
6. इसे प्रत्येक व्यक्ति अनुभव करता है। अनेक लोग भयभीत हो जाते हैं। कुछ भारी फर्नीचर हिलने लगते हैं। प्लास्टरों के टूट कर गिरने की कुछ धटनाएं भी होती हैं। मामूली क्षति होती है।
7. अच्छी डिजाइन और संरचना वाली इमारतों को नहीं के बराबर नुकसान होता है, औसत स्तर के अच्छे निर्माण को मामूली नुकसान होता है, लेकिन खराब डिजाइनों वाली या बुरी तरह निर्मित इमारतों को पर्याप्त क्षति होती है। कुछ चिमनियां टूट जाती हैं। कार चला रहे कुछ लोग भी इसे महसूस करते हैं।
8. विशेष ढंग से डिजाइन किए गए निर्माणों को मामूली क्षति पहुंचती है। साधारण ढंग की भारी भरकम इमारतों को पर्याप्त नुकसान होता है। उनका एक भाग धाराशायी हो जाता है। खराब ढंग से बनी इमारतों को काफी क्षति होती है। चिमनियां गिर जाती हैं। फैक्ट्रियों में लगे ढेर स्तंभ, स्मारक, दीवारों और भारी फर्नीचर धाराशायी या उलट–पलट हो जाते हैं।
9. विशेष ढंग से डिजाइन की गई इमारतों को भी पर्याप्त क्षति होती है, अच्छी तरह डिजाइन किए गए इमारती ढांचे साहुल से बाहर फिंक जाते हैं। भारी–भरकम इमारतों को काफी नुकसान होता है। वे आंशिक तौर पर ध्वस्त हो जाती हैं। इमारतें अपनी नींव से खिसक जाती हैं।
10. इसमें लकड़ी से बने हुए कुछ अच्छे निर्माण नष्ट हो जाते हैं। अधिकतर इमारती और ढांचागत संरचनाएं नींव समेत नष्ट हो जाती हैं। रेल की पटरियां मुड़ जाती हैं।
11. इसमें शायद कोई निर्माण बचा रह पाता है। पुल नष्ट हो जाते हैं। रेल की पटरियां काफी मुड़ जाती हैं।
12. इस श्रेणी का भूकंप पूर्ण विनाश लेकर आता है। इसमें दृष्टिगत होने वाली समस्त रेखीय और धरातलीय आकृतियां विरुपित हो जाती हैं। वस्तुएं हवा में उछल जाती हैं।

भूकंप विज्ञान में प्रचलित शब्द

सक्रिय भ्रंश (एक्टिव फाल्ट) : ऐसा भ्रंश, जिस पर भविष्य में पुनः भूकंप आने की आशंका हो।

अभूकंपीय (एसिस्मिक) : यह शब्द सामान्यतः ऐसे भ्रंशों के लिए प्रयुक्त होता है, जिन पर कोई भूकंप नहीं आता है।

बेनिऑफ क्षेत्र : यह एक ऐसा निश्चित क्षेत्र होता है, जिसमें भूकंप के अनेक अधिकेंद्र होते हैं। इस क्षेत्र में स्थित भूकंप के केंद्र बिंदुओं की गहराई 700 किमी. तक हो सकती है।

कायिक तरंगें : ऐसी भूकंपीय तरंगें, जो पृथ्वी की सतह के समानांतर, अथवा उसके निकट चलती हैं।

पृथ्वी की ऊपरी खोल या पपड़ी : यह पृथ्वी का सबसे ऊपरी हिस्सा है। इसके दो भाग हैं – पहला, महासागरीय पपड़ी, दूसरा, महाद्वीपीय पपड़ी।

मर्म : यह पृथ्वी का सबसे अंदरूनी हिस्सा है। इसके भी दो भाग होते हैं। एक तो अंदरूनी मर्म होता है, जिसकी बाहरी सीमा पृथ्वी के केंद्र से 1700 किमी. दूर तक फैली हुई है। दूसरे हिस्से को बाहरी मर्म कहते हैं, इसकी मोटाई 1820 किमी. है। दोनों हिस्से लौह और निकिल के अयस्कों से बने हैं। इनका तापमान $3,000^{0}$ से. तक हो सकता है।

झुकाव (डिप) : यह किसी भ्रंश के धरातल, अथवा अन्य किसी स्तर और क्षैतिज रेखा के बीच बनने वाला कोण है।

भूकंप : पृथ्वी की सतह के नीचे की चट्टानों के सरकने एवं टूटने अथवा ज्वालामुखी प्रक्रिया के कारण पृथ्वी की पपड़ी के हिलने एवं कांपने को भूकंप कहते हैं।

अधिकेंद्र : यह केंद्र बिंदु के ठीक ऊपर पृथ्वी की सतह पर स्थित बिंदु होता है।

भ्रंश : पृथ्वी की पपड़ी में हुई टूट, चट्टानें एक–दूसरे के सापेक्ष इसी के समानांतर विस्थापित होती हैं। यह कुछ सेमी. से लेकर कई किमी. तक का हो सकता है। विस्थापन का स्वरूप क्षैतिज, तिर्यक, या लंबवत हो सकता है।

भ्रंश–कगार (फाल्ट स्क्रैप) : यह भ्रंश के एक सिरे के समानांतर हुई गति के कारण निर्मित गहरी और खड़ी चट्टान होती है।

भ्रंश चिन्ह, या भ्रश रेखा : पृथ्वी की सतह, अथवा किसी अन्य धरातल के सापेक्ष भ्रंश तल की काट।

भ्रंश–प्रक्षेप (फाल्ट थ्रो) : भ्रंश के कारण हुआ चट्टानों का लंबवत विस्थापन।

भ्रंश–क्षेत्र : अनेक टूटों से भरे हुए क्षेत्र को भ्रंश–क्षेत्र कहते हैं।

प्रथम गति : भूकंपमापी पर पी तरंगों के अंकित होने पर भूकंप–अभिलेख में प्रदर्शित भू–गतिशीलता की दिशा।

प्रारंभिक आघात (फोरशाक) : मुख्य आघात, अथवा बड़े भूकंप से पहले हुआ कंपन।

भ्रंश–छज्जा (फाल्ट टेरेस) : दो समानांतर भ्रंशों के विस्थापन से ढलान पर बनी पायदाननुमा बनावट।

भू–गणित : पृथ्वी की सतह के सर्वेक्षण एवं मान चित्र–निर्माण से संबंधित विज्ञान की शाखा।

भू–विज्ञान : पृथ्वी की उत्पति, संरचना और संघटन से संबंधित विज्ञान की शाखा।

भू–भौतिकी : विज्ञान की वह शाखा, जिसमें पृथ्वी की पपड़ी, और आंतरिक संरचना के अध्ययन के लिए गणित और भौतिकी के सिद्धांतों का प्रयोग किया जाता है।

भू–ह्रास (ग्राउंड फेल्योर) : यह शब्द भूमि में कंपन के कारण होने वाले भू–स्खलन, द्रवों के पार्श्वीय बहाव एवं अन्य किसी प्रकार के प्रभाव को दर्शाने के लिए प्रयुक्त होता है।

भू–गति : पृथ्वी के अंदर, एवं उसकी सतह के समानांतर चलने वाली भूकंपीय तरंगों के कारण पृथ्वी की सतह पर होने वाली गति।

प्लेटों का पारस्परिक युग्मन या फंसाव : इसका आशय यह होता है कि दो प्लेटें एक–दूसरे से फंस गई हैं, और उनमें तनाव सृजित हो गया है।

सम–भूकंपीय (आइसोसिस्मल) : मानचित्र पर किसी भूकंप विशेष के समान तीव्रता वाले क्षेत्र को सीमाबद्ध करने वाली रेखा या परिरेखा।

स्थल–मंडल (लिथोस्फीयर) : पृथ्वी की संरचना का सबसे ऊपरी स्तर, विवर्तनिकी गति में भाग लेने वाली प्लेटों का निर्माण पृथ्वी के इसी स्तर से होता है।

अवरुद्ध भ्रंश (लाक्ड फाल्ट) : ऐसा भ्रंश जो इस कारण नहीं सरकता, क्योंकि उस पर लगने वाला घर्षणीय प्रतिरोध भ्रंश के संपूर्ण क्षेत्र में सृजित होने वाले अपरुपक प्रतिबल से अधिक होता है। अपेक्षा की जाती है कि अवरुद्ध भ्रंश में प्रतिबल लंबे समय तक संग्रहीत होता रहेगा, और अंततः वह घर्षणीय प्रतिरोध से अधिक शक्ति अर्जित कर भूकंप को जन्म देगा।

लव तरंगें : इस प्रकार की भूकंपीय तरंगें अपने फैलाव की लंबवत या अनुप्रस्थ दिशा में क्षैजित गति करती है।

मुख्य आघात : भूकंप–समूह का सबसे बड़ा भूकंप, मुख्य आघात से पहले भी एक, या कई भूकंप आते हैं। लेकिन उसके बाद अनेक भूकंपों का आना निश्चित होता है।

पृथ्वी का आवरण : पृथ्वी की सतह, और उसके मर्म के बीच का भाग, पृथ्वी का 82 प्रतिशत आयतन इसी क्षेत्र में है।

आवरण क्षेत्र : यह पृथ्वी की सतह से मोहोरोविसिक अंतराल, और उसके मर्म से गटेनबर्ग अंतराल के माध्यम से अलग होता है। समझा जाता है कि यह क्षेत्र सिलिकेट के ओलिवाइन जैसे खनिजों से मिलकर बना होता है।

पी तरंगें : ये प्राथमिक एवं सर्वाधिक तीव्र गति से चलने वाली भूकंपीय तरंगे होती हैं। इन तरंगों में अपनी गति के समानांतर संकुचन एवं फैलाव की प्रक्रिया चलती रहती है।

पैलियोसिस्मिक : पृथ्वी के तल के नीचे स्थित चट्टानों के निरीक्षण के माध्यम से निर्धारित किया जाने वाला भूकंपीय घटनाओं का इतिहास। इसके माध्यम से यह भी ज्ञात किया जाता है कि अतीत में भूकंप आने के कारण चट्टानें कैसे विस्थापित हुईं?

प्लेट–विवर्तनिकी : इससिद्धांत के अनुसार, पृथ्वी की सतह अनेक प्लेटों और बड़ी–बड़ी चट्टानी पट्टियों से निर्मित है। इन प्लेटों की धीमी, परंतु निरंतर गति के आधार पर महाद्वीपों के सरकाव एवं पर्वतों के निर्माण आदि जैसी परिघटनाओं की व्याख्या की जा सकती है।

रेले तरंग : यह पृथ्वी के मुक्त धरातल पर प्रतिगामी दिशा में गति करने वाली दीर्घवृत्तीय तरंगें हैं। इन्हें आर. तरंग के नाम से भी जाना जाता है।

स्ट्राइक–स्लिप भ्रंश : ऐसे भ्रंशों में दो शिलाखंड एक–दूसरे पर सरक आते हैं।

फटाव–सीमा (रप्चर फ्रंट) : भूकंप के दौरान भ्रंश के सरकने वाले और अवरुद्ध भागों के बीच की तात्कालिक सीमा।

फटाव–वेग (रप्चर वेलासिटी) : भूकंप के दौरान भ्रंश का फटाव, भ्रंश के धरातल पर जिस गति से अग्रसर होता है, उसे फटाव–वेग कहते हैं।

एस तरंग : इस तरह की कायिक भूकंपीय तरंगें भूमि को अपने फैलाव की दिशा से आगे–पीछे की ओर लंबवत धकेलती हैं।

भूकंपीयता : कोई क्षेत्र भूकंप के प्रति जिस सीमा तक संवेदनशील होता है, उसे उसकी भूकंपीयता कहते हैं।

भूकंपीय गति : किसी भूकंप के आकार की इस माप की गणना भ्रंश के फटाव क्षेत्र, उसके कुल खिसकाव और भ्रंश के कारण सृजित तनाव को नियंत्रित करने के लिए आवश्यक बल के आधार पर की जाती है।

भूकंपीय तरंगें : भूकंप द्वारा सृजित ये भूकंपीय तरंगें लचीली (प्रत्यस्थ) होती हैं। ये पृथ्वी की सतह पर (तलीय भूकंपीय तरंगें) या उसके अंदर कायिक भूकंपीय तरंगें चलती हैं।

भूकंप क्षेत्र : ऐसा भूकंपीय क्षेत्र, जिसमें भूकंप आने का संभवतः एक ही कारण होता है।

भूकंपोत्पादक : भूकंप सृजित करने में सक्षम।

भूकंप–अभिलेख : भूकंपों के अध्ययन से संबद्ध भू–विज्ञान की शाखा।

भूकंप–मापी : भूकंपों एवं वैसे ही अन्य कंपनों की तीव्रता, और उनकी अवधि को दर्ज करने वाला उपकरण। वैसे भूकंपमापी और भूकंप को दर्ज करने वाले उपकरण का एक ही एकक के रूप में उल्लेख करने वाला शब्द भूकंप–लेखी है।

भूकंप–दर्शी : भूकंप आने, और उसके समय को अंकित करने वाला उपकरण।

भूकंप–स्थिरांक : इस शब्द का उपयोग भूकंप–प्रतिरोधी भवनों के निर्माण से संबंधित संहिता में किया जाता है। यह गुरुत्वीय त्वरण मापने की इकाई में निर्धारित एक त्वरण स्थिरांक होता है। अपेक्षा की जाती है कि इमारत को कम से कम उतना त्वरण सह सकने में सक्षम होना चाहिए।

भूकंपीय अंतराल : ऐसी सतह, जहां भूकंपीय तरंगों का वेग अकस्मात बदल जाता है।

अपरूपक प्रतिबल (शियरिंग स्ट्रेस) : सतह के एक ओर स्थित पदार्थ, जैसे अपभ्रंश तल द्वारा सतह के दूसरी ओर स्थित पदार्थ को धक्का दिए जाने के कारण सतह के समानांतर बल आरोपित होता है। इस तरह सृजित होने वाले तनाव को अपरूपक प्रतिबल कहते हैं।

आनुपातिक सरकाव गति (स्लिप रेट) : दो भ्रंश एक–दूसरे के सापेक्ष जिस गति से सरकते हैं, उसे आनुपातिक सरकाव गति कहते हैं।

सरकाव : किसी भ्रंश के दो विपरीत धरातलों के किसी जुड़े हुए बिंदु पर होने वाला सापेक्ष विस्थापन, इसे भ्रंश की सतह पर मापा जाता है।

अवरोहण (सबडक्शन) : पृथ्वी की पपड़ी के एक खंड के सरक कर दूसरे खंड के नीचे चले आने की प्रक्रिया।

अवरोहण क्षेत्र : वह स्थान, जहां पृथ्वी का एक खंड दूसरे खंड पर चढ़ जाता है।

सतह–भ्रंशीयता : किसी भ्रंश के समानांतर होने वाले सरकाव के परिणामस्वरूप पृथ्वी की सतह तक पहुंचने वाला विस्थापन।

तलीय तरंगें : पृथ्वी की सतह पर चलने वाली भूकंपीय तरंगे, उदाहरणार्थ रेले, और लव तरंगें।

विवर्तनिक : पृथ्वी की पपड़ी के आकार निर्माण, उसकी संरचना में परिवर्तन एवं इस

तरह के परिवर्तन, अथवा आकार निर्माण के लिए उत्तरदायी बल को विवर्तनीकी कहते हैं।

सुदूर भूकंपीय : यह शब्द माप–स्थल से दस हजार किमी. से भी अधिक दूरी की भूकंपीय गतिविधियों के लिए प्रयुक्त होता है।

क्षेप–भ्रंश (थ्रस्ट फाल्ट) : यह एक गहरा फिसलाव भरा भ्रंश होता है जिसमें भ्रंश तल से ऊपर का खंड, निचले खंड के ऊपर फिसलता है।

सुनामी : किसी सागर के अंदर भारी उथल–पुथल जैसे बड़े भूकंप, अथवा ज्वालामुखी विस्फोट के कारण उठने वाली विशाल तरंगें।

सुनामी–जनक : यह शब्द उन भूकंपों के लिए प्रयुक्त होता है, जो सुनामी तरंगों को जन्म देने में सक्षम होते हैं।

सुनामी–परिमाण : विभिन्न भूकंपों के कारण उत्पन्न सुनामी तरंगों के आकार की तुलना करने वाली संख्या।

अल्फ्रेड लोथर वेज्नेर (सन् 1880–1930) का जन्म बर्लिन में हुआ था। उसने हेडेलबर्ग, इंसब्रक और बर्लिन के विश्वविद्यालयों में शिक्षा प्राप्त की थी। वेज्नेर ने अपनी पी.एच डी की उपाधि ग्रहीय ज्योतिष के क्षेत्र में हासिल की। लेकिन बाद में उसने मौसम विज्ञान और जलवायु विज्ञान के विकासमान क्षेत्र में रुचि लेनी शुरू कर दी।

अल्फ्रेड लोथर वेखनेर

सन् 1906 में वह मौसम–विज्ञान संबंधी अपनी पहली शोध–यात्रा पर ग्रीनलैंड गया। बाद में उसने ग्रीनलैंड में मौसम संबंधी अध्ययन के कई अभियानों में भाग लिया। सन् 1908 में वह मार्बर्ग विश्वविद्यालय में गणित ज्योतिष और मौसम विज्ञान के प्रवक्ता पद पर नियुक्त हुआ। सन् 1914 में उसे जर्मन सेना में भेज दिया गया, लेकिन घायल हो जाने के कारण उसे सैन्य कार्यों से मुक्ति दे दी गई। युद्ध के दौरान वह सेना की मौसम–भविष्यवाणी सेवा में कार्यरत था। प्रथम विश्वयुद्ध की समाप्ति के बाद सन् 1924 में वह आस्ट्रिया के ग्रैज़ विश्वविद्यालय में मौसम विज्ञान और भू–भौतिकी संबंधी एक विशेष पद पर नियुक्त हुआ।

सन् 1915 में वेज्नेर की प्रसिद्ध कृति *डीएं ऐंस्टेहुंग डेर कोंटीएंटे उंड ओजिएने* प्रकाशित हुई। सन् 1924 में उसका *ओरिजिन आफ कांटीनेंट्स एंड ओशंस* (महाद्वीपों और महासागरों की उत्पत्ति) शीर्षक से अनुवाद हुआ। इस पुस्तक में उसने महाद्वीपीय विस्थापनों का सिद्धांत प्रतिपादित किया। वैज्नेर की मान्यता थी कि कभी सभी महाद्वीप एक अति विशाल महाद्वीप पैनेजीया के रूप में आपस में जुड़े हुए थे। वह विशाल भूखंड मेसोजोइक युग के दौरान टूटने। उसी के टुकड़ों को आज हम महाद्वीपों के रूप में जानते हैं।

वेज्नेर के मस्तिष्क में महाद्वीपों के विस्थापन सिद्धांत ने सन् 1911 में जन्म लिया। उसी वर्ष उसने एक विज्ञान–संबंधी लेख में पढ़ा कि अटलांटिक महासागर के दूसरे छोर पर भी वैसे ही पौधों और जानवरों के जीवाश्म के प्रमाण मिले हैं, जैसे इस छोर पर पाए जाते हैं। उसके बाद वह ऐसे समान जीवधारियों की खोज में जुट गया जो महासागरों के कारण बिछुड़ गए। उससे पहले वैज्ञानिकों ने ऐसे मामलों की व्याख्या करने

के लिए यह अनुमान लगा लिया था कि कभी दूर–दूर बिखरे महाद्वीपों को परस्पर जोड़ने वाली पुलनुमा भू–पट्टियां थीं। लेकिन बेज्नेर ने गौर किया कि अफ्रीका और दक्षिण अमरीका के किनारों की बनावट ऐसी है, कि वे एक–दूसरे से जुड़ सकते हैं। इससे उसे यह अनुमान लगाने की प्रेरणा मिली कि संभवतः महाद्वीप किसी काल में एक–दूसरे से जुड़े हुए थे। अपने इस सिद्धांत के पक्ष में वेज्नेर ने चार मुख्य तर्क प्रस्तुत किए –

1. अटलांटिक अफ्रीका और दक्षिण अमरीका के समुद्री किनारे परस्पर संबद्ध प्रतीत होते हैं;
2. भू–गणितीय माप से संकेत मिलता है कि ग्रीनलैंड यूरोप से दूर खिसकता जा रहा है;
3. पृथ्वी की पपड़ी के बहुत बड़े भाग के दो भिन्न धरातल हैं – एक महाद्वीपीय, और दूसरा महासागरीय, और हल्के ग्रेनाइट से निर्मित हिस्सा, अपेक्षाकृत भारी असिताश्म (बेसाल्ट) पर तैर रहा है;
4. अलग–अलग महाद्वीपों में पाए जाने वाले जंतुओं और वनस्पतियों में समानता के लक्षण पाए जाते हैं। वेज्नेर ने यह भी देखा कि किसी स्थान विशेष पर पाए गए जीवाश्म अपनी संबद्धता अक्सर वहां की वर्तमान जलवायु से नितांत भिन्न जलवायु से प्रदर्शित करते हैं;

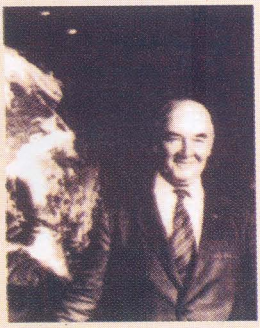
शुरू में वेज्नेर के सिद्धांत का काफी विरोध हुआ। अक्सर उसकी अत्यंत कठोर और तीखी आलोचना की गई। वेज्नेर की मृत्यु के बाद उसके सिद्धांत को छिटपुट समर्थन मिलना शुरू हुआ, लेकिन अधिसंख्य भू–वैज्ञानिक स्थिर महाद्वीपों और पुलनुमा भू–पट्टियों के सिद्धांत में विश्वास करते रहे। अंततः भू–चुंबकत्व विज्ञान और समुद्र–विज्ञान के विकास तथा द्वितीय विश्वयुद्ध के बाद प्लेट विवर्तनिकी के रूप में एक नए विषय की नींव पड़ने के परिणामस्वरूप वेज्नेर के सिद्धांत को पूरी तरह स्वीकार कर लिया गया।

चार्ल्स रिचर

चार्ल्स फ्रांसिस रिचर (सन् 1900–85) का जन्म हैमिल्टन (ओहियो, अमरीका) नामक स्थान पर हुआ था। उसने दक्षिणी कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय और स्टेंड फोर्ड–विश्वविद्यालय तथा कैलीफोर्निया के टेक्नालॉजी इंस्टीट्यूट में शिक्षा प्राप्त की थी। सन् 1928 में उसने कैलीफोर्निया के टेक्नालॉजी इंस्टीट्यूट से पी.एच.डी की उपाधि हासिल की। सन् 1936 से सन् 1976 तक रिचर कैलीफोर्निया के टेक्नालॉजी इंस्टीट्यूट भूकंप विज्ञान प्रयोगशालाओं में भूकंप विज्ञान का प्रोफेसर था। उससे जब एक बार पूछा गया कि उसने भूकंप विज्ञान में क्यों रुचि लेनी शुरू की, तो उसने उत्तर दिया, ''इसकी वजह एक मजेदार हादसा था। कैल्टेक में मैं डा. राबर्ट मिलिकन के अधीन सैद्धांतिक भौतिकी में शोधकार्य कर रहा था। एक दिन उन्होंने मुझे अपने कार्यालय में बुलाया, और कहा कि भूकंप–विज्ञान प्रयोगशाला को एक भौतिकविद् की तलाश है। यह मेरा क्षेत्र नहीं था, फिर भी मैं इसमें रुचि लेने लगा। मैंने प्रयोगशाला के अध्यक्ष हैरी वुड से बात की और सन् 1927 में उनके स्टाफ में शामिल हो गया।''

रिचर ने भूकंप की शक्ति नापने का पैमाना सन् 1935 में विकसित किया। उससे पहले गिउसेपे मर्कली (सन् 1902) और डे रोसी (आठवें दशक में) ने ब्यौरों पर आधारित पैमाने विकसित किए थे। ये ब्यौरे भूकंप के दौरान इमारतों को हुई क्षति, और लोगों की प्रतिक्रिया से संबंधित होते थे। इसलिए इन पैमानों का उपयोग केवल आबादी वाले इलाकों में किया जा सकता था। इसके अलावा इन पैमानों के परिणाम इमारतों के निर्माण में प्रयुक्त तकनीक और सामग्री के सापेक्ष होते थे। रिचर एक ऐसा पैमाना विकसित करना चाहते थे, जो मनोगत विवरणों पर नहीं, बल्कि वस्तुगत और मात्रात्मक यथार्थ पर आधारित हो। इन उद्देश्य से रिचर चौथे दशक के दौरान कैलिफोर्निया में हर साल लगभग दो सौ भूकंपों की तालिका तैयार करता रहा। उसके द्वारा निर्मित पैमाना प्रारंभ में भूकंप के परिमाण को नापने का एक स्थानीय पैमाना था, और उसे उत्तरी कैलिफोर्निया में आने वाले भूकंपों का परिमाण मापने के लिए निर्मित किया गया था। आज इस पैमाने के संशोधित रूप का उपयोग विश्वभर के भूकंपों को नापने के लिए किया जाता है। सन् 1954 में रिचर और बेनो गुटेनबर्ग ने भूकंप विज्ञान की एक आधारभूत पुस्तक *'सिस्मिसिटी आफ द अर्थ'* (पृथ्वी की भूकंपीयता) लिखी। लोगों को भूकंप–संबंधी शिक्षा देने में रिचर की गहरी रुचि थी।

जॉन टुजो विल्सन (सन् 1908–93) का जन्म कनाडा के ओटावा नामक स्थान पर हुआ था। उसने टोरंटो एवं प्रिंस्टन विश्वविद्यालयों में शिक्षा प्राप्त की थी। कनाडा में भू–भौतिकी की शिक्षा प्राप्त करने वाला वह पहला छात्र था। उसने सन् 1936 के दौरान कनाडा के भू–वैज्ञानिक सर्वे में भाग लिया, और उसके बाद सात साल सेना में बिताए। सातवें दशक के प्रारंभ में उसने एक नए विषय प्लेट – विवर्तनिकी के विकास में अग्रणी भूमिका निभाई। पृथ्वी की पपड़ी जिन कठोर भागों में विभाजित है, उनके लिए प्लेट शब्द का प्रयोग सबसे पहले विल्सन ने ही किया था। सन् 1963 में उसने इस तथ्य की ओर संकेत किया कि कोई द्वीप सागर के मध्य में स्थित पहाड़ियों से जितना ही दूर होता है, वह उतना ही पुराना होता है। इस तरह उसने हैरी हेमंड हेस (सन् 1906–69) के समुद्री धरातल के विस्तार–सिद्धांत के पक्ष में पहला प्रमाण उपलब्ध कराया। हेस ने यह सिद्धांत (सन् 1962 में) अपने लेख *हिस्ट्री ऑफ ओसेन बेसिस* (समुदी तलहटी का सिद्धांत) में प्रस्तुत किया था। सन् 1965 में प्रकाशित *'ए न्यू क्लास ऑफ फाल्ट्स एंड देयर बियरिंग ऑन कांटिनेंटल ड्रिफ्ट'* (भ्रंशों की नई श्रेणी और महाद्वीपीय विस्थापन पर उसका प्रभाव) शीर्षक वाले लेख में विल्सन ने ऐसे रूपांतरित भ्रंश की अवधारणा प्रस्तुत की, जहां प्लेटें किसी पदार्थ का निर्माण या विनाश किए बिना ही एक–दूसरे के सापेक्ष खिसक जाती हैं। उसकी पुस्तक *'ए रिवोल्युशन इन अर्थ साइंस'* (भू–विज्ञान में क्रांति) सन् 1967 में प्रकाशित हुई।



जान टूजो विल्सन